

FACTORES FÍSICOS Y TÉCNICOS QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE PALTO ORGÁNICO (*Persea americana* Mill.), EN PERÚ

PHYSICAL AND TECHNICAL FACTORS INFLUENCING THE YIELD OF ORGANIC AVOCADO (*Persea americana* Mill.) IN PERU

Dori Felles-Leandro^{1*} y Sady García-Bendezú²

¹ Escuela de Ing. Agronómica, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Av. Mercedes Indacochea N° 609, Huacho, Perú

<https://orcid.org/0000-0002-1210-5489>

² Departamento Académico de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n., Lima, Perú

<https://orcid.org/0000-0002-2498-3940>

* Autora para correspondencia: dfelles@unjfsc.edu.pe

RESUMEN

Perú posee condiciones favorables para la producción orgánica de palto (*Persea americana* Mill.), lo que ha permitido una importante expansión del cultivo en la última década. Sin embargo, los factores que afectan el rendimiento de palto en sistemas orgánicos han sido poco discutidos. Los objetivos de este estudio fueron describir el contexto físico en el cual se desarrollan los sistemas de producción de palto orgánico y determinar factores técnicos que influyen en su rendimiento en Perú. El estudio se realizó en cuatro distritos de la provincia de Huaura y un distrito de la provincia de Barranca, región Lima, Perú. La descripción del entorno físico se realizó utilizando información secundaria previamente publicada. Se encuestó a productores con certificación orgánica o en transición, proveedores de tres empresas exportadoras. Los registros de cada predio fueron revisados para recolectar información sobre el proceso productivo. La información de cosecha, calidad de exportación y certificación, fue proporcionada por las empresas exportadoras. Predios que usan sistema de riego localizado tuvieron mayores rendimientos que predios que usan riego por gravedad. Los factores que tuvieron alto grado de correlación positiva con el rendimiento fueron las dosis aplicadas de N orgánico, fósforo y potasio (kg ha^{-1}), el número de jornales, y el número de aplicaciones foliares. Es necesario mejorar significativamente el manejo técnico del cultivo, para incrementar el rendimiento y calidad de fruto.

Palabras clave: *Persea americana* Mill, producción orgánica, rendimiento.

ABSTRACT

Peru has favorable conditions for organic avocado (*Persea americana* Mill.) production, which has allowed a significant expansion of its cultivation in the last decade. However, factors affecting avocado yield in organic systems have been little discussed. The objectives of this study were to describe the physical environment in which organic avocado production systems are developed and

to determine the technical factors that influence yield in Perú. The study was carried out in four districts of the province of Huaura, and one district of the province of Barranca, Lima Department, Perú. The physical environment was described using published secondary-source information. Producers with organic certification or in transition, suppliers of three exporting companies were surveyed. Records of each farm were reviewed to collect information on the production process. Harvest information, export quality and certification were provided by the exporting companies. Farms that use a localized irrigation system had higher yields than those that use gravity irrigation. The factors that had a high degree of positive correlation with yield were applied doses of organic N, phosphorus and potassium (kg ha^{-1}), number of daily wages, and number of applications. There is a need for a significant improvement in the technical management of the crop to increase yield and fruit quality.

Keywords: *Persea Americana* Mill, organic production, yield.

INTRODUCCIÓN

La palta (*Persea americana* Mill.), también llamada aguacate en otros países de América, en los últimos años ha tenido una demanda mundial creciente, debido a su reconocimiento global como un “superalimento”, basado en los beneficios que brinda para la salud (ADEX y MRE, 2021).

Específicamente en Perú, sus exportaciones llegaron a 558.514 toneladas durante el 2021, con un valor de mercado de US\$ 1,089 millones, lo que significó 35% más en volumen y 43% más en valor comercial que en 2020 (Agraria.pe, 2022). Estas cifras muestran un marcado crecimiento durante la última década, con una tasa promedio anual de crecimiento de 10,5% en el periodo 2001-2018 (ADEX, 2018).

La superficie cosechada y el rendimiento promedio de palta han incrementado gradualmente hasta alcanzar las 47.905 ha y 12.600 kg ha^{-1} , respectivamente, en 2019. Lima, siendo la segunda región productora después de La Libertad, tuvo una producción total de 80.192 toneladas (MIDAGRI, 2021) en ese mismo año. A escala global, las ventas de productos frescos orgánicos en 2020 alcanzaron más USD 8.500 millones, un aumento de más USD 1.000 millones, respecto al 2019. El volumen también aumentó en 2020, mostrando un crecimiento del 16%, superando a los productos cultivados de manera convencional (Portal Frutícola, 2021). En el Perú, la participación de la producción orgánica en la exportación de palta también se ha incrementado de manera sostenida. Según cifras de ADEX, procesadas por el Servicio para el Desarrollo Integral (SEDIR), en el 2021, se exportaron 9.104 toneladas por un valor de USD 21,7 millones (SEDIR, 2022).

La superficie cultivada con palto con régimen orgánico en el mundo alcanzó 11% de la superficie total (63.449 ha) en el 2017 (Whiller y Lernourd, 2019). En Latinoamérica, la palta es uno de los productos orgánicos de mayor

crecimiento, debido a la demanda constante en el mercado internacional y el precio que beneficia a vendedores, consumidores y productores (Carranza-Guzmán y Delgado-Villena, 2020).

En Perú, debido al gran atractivo que tiene este cultivo en el mercado internacional, la producción orgánica alcanzó el 10% del área total del cultivo en el 2017 (ODEPA, 2018), donde la superficie orgánica certificada muestra una tendencia al alza, moderada pero sostenida; durante el 2020 se registraron 1.825 ha, ubicadas mayormente en las zonas de la Costa y sierra (Redagráfica, 2021).

La producción de palta orgánica implica la consideración de las normas orgánicas vigentes, cuya garantía en Perú, es la certificación (MINAGRI, 2015a). En la zona de estudio, correspondiente a los distritos de Huaura, Sayán, Santa María, Vegueta y Supe, la producción orgánica de palto ocupa una superficie de 289 ha, y cuenta con 74 productores, gracias a la participación del sector privado que ha incentivado a la organización de pequeños productores. Si bien la superficie cultivada y el volumen de producción se ha incrementado, los rendimientos son muy variados y generalmente bajos, en promedio es 38% menor al promedio nacional y 41% menor al promedio de la región Lima, que en 2018 alcanzaron 12.600 kg ha^{-1} y 13.200 kg ha^{-1} , respectivamente (MINAGRI, 2019a). En este estudio el rendimiento promedio de palto orgánico fue de 7.211 kg ha^{-1} . En otras zonas productoras de palto, como en Virú, región La Libertad el rendimiento promedio de palto orgánico fue de 8.681 kg ha^{-1} (Salazar, 2015); en la misma región Apaza et al. (2019) reportaron para palto convencional rendimiento promedio de 15.347 kg ha^{-1} . Mientras que en la región Ica, según Redagráfica (2022), en un predio con producción orgánica que aplica alta tecnología, los rendimientos han variado entre 18.000 a 20.000 kg ha^{-1} . Estas diferencias indican la existencia de factores restrictivos de la producción que no se han descrito e identificado apropiadamente y que

requieren ser investigados. El presente trabajo tiene por objetivo describir el contexto físico en el cual se desarrollan los sistemas de producción de palto orgánico en las provincias de Huaura y Barranca, región Lima, Perú; e identificar los factores técnicos que influyen en su rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en los distritos de Sayán, Huaura, Santa María y Végueta (provincia de Huaura) y Supe (provincia de Barranca), en la región Lima, Perú (Fig. 1); el ámbito de estudio comprende el área de la Irrigación Santa Rosa y los valles de Huaura – Sayán y Supe, donde se practica la producción orgánica significativa del cultivo de palto. El entorno físico de los agroecosistemas donde se desarrolla la producción de palto orgánico se describió utilizando información secundaria de fuentes oficiales y plataformas estadísticas de organismos regionales y nacionales. Los datos meteorológicos de los últimos cinco años (2014-2018) provinieron de la estación meteorológica principal de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión (SENAMHI) y de dos estaciones meteorológicas semiautomáticas ubicadas en los predios El Paraíso, y Pampa Grande.

La estadística agrícola sobre área de plantación y rendimiento se obtuvo de la Dirección Regional de Agricultura de Lima. Las características de suelos cultivados con palto orgánico en 2018

fueron proporcionadas por 15 productores locales que formaron parte del estudio. Los requerimientos del cultivo se obtuvieron de bibliografía (MINAGRI y SENAMHI, 2018; MINAGRI, 2019a; MIDAGRI, 2019b; MIDAGRI, 2021; Ataucusi, 2015; Lahav et al., 2013; Schaffer et al., 2013; Wolstenholme y Whitley, 1999; Lovatt, 1990; Gardiazabal, 2004; Wolstenholme, 2013; Ferreyra et al., 2007; Silber et al., 2018). La información recolectada fue tabulada, analizada para describir el contexto físico e identificar posibles limitantes.

La recolección de datos directos se realizó mediante una encuesta al responsable del predio; cada predio fue georreferenciado con GPS (Fig. 2). Además, se revisaron los registros de campo para confirmar la información sobre: fertilización, número de jornales, número de aplicaciones foliares (nutrientes, bioestimulantes y productos para el control de plagas y enfermedades), ventas de cosecha, densidad de plantas, edad de la plantación y labores realizadas durante el manejo del cultivo. Adicionalmente se entrevistó a cinco productores líderes, uno por cada distrito de estudio, para complementar la información de las encuestas. Los datos de reporte de cosecha, calidad de exportación, fueron proporcionados por las empresas exportadoras. Se entrevistaron todos los productores con certificación orgánica o en proceso de transición a orgánico de acuerdo con los registros proporcionado por las empresas certificadoras (74 predios). Para el presente estudio se consideraron plantaciones ≥ 5 años

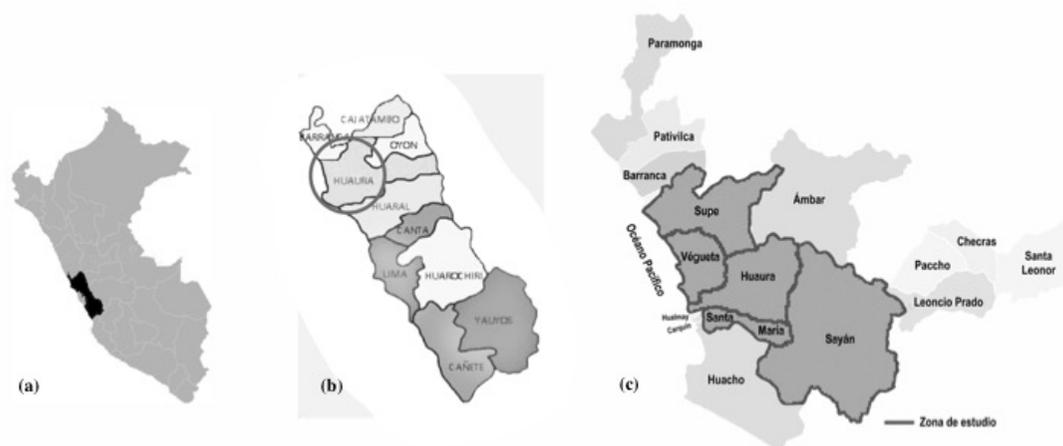


Fig. 1. (a) mapa del Perú, (b) mapa de la región Lima con sus provincias donde la zona de estudio esta marcado con un círculo, (c) mapa de la zona de estudio (Distritos: Sayán, Huaura, Santa María, Végueta - provincia de Huaura y distrito de Supe - provincia de Barranca).

Fig. 1. (a) map of Peru, (b) map of the Lima Department and provinces with the study area marked with a circle, (c) map of the study area (Districts: Sayan, Huaura, Santa Maria, Vegueta - province of Huaura and district of Supe - province of Barranca).

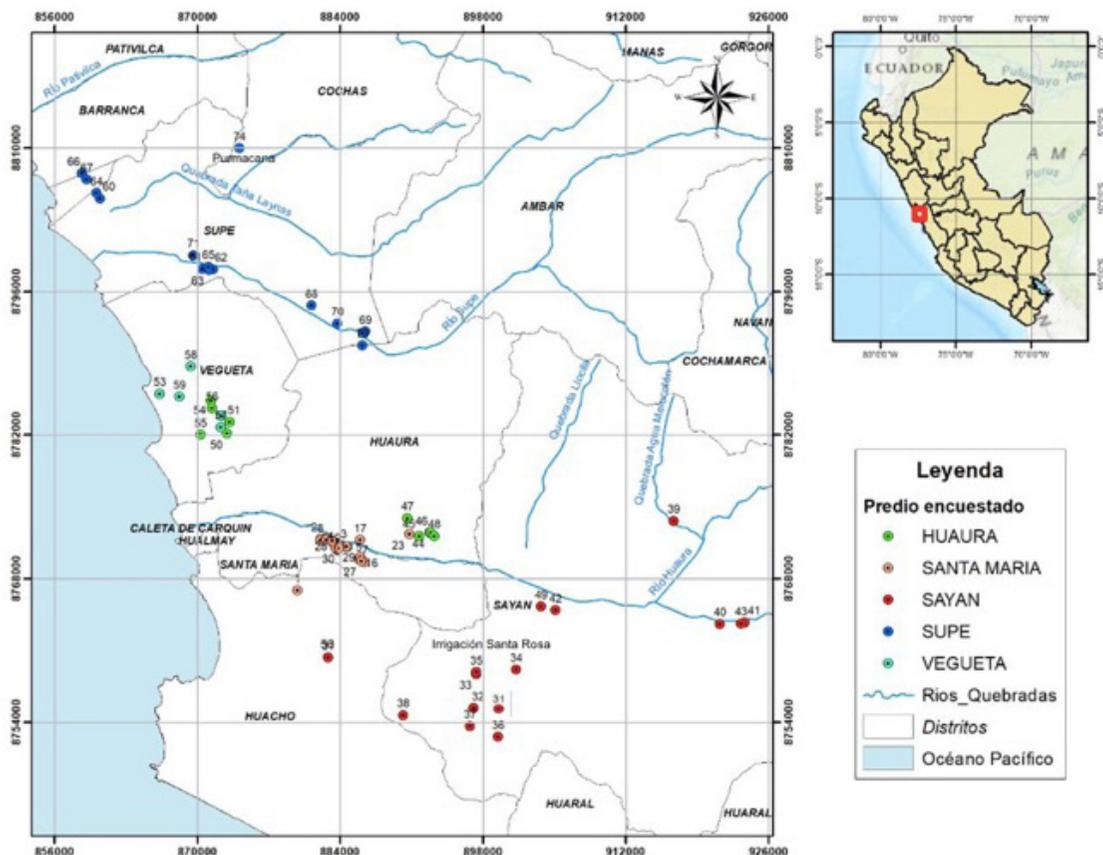


Fig. 2. Georreferenciación de predios productores de palto orgánico en el ámbito de estudio.
 Fig. 2. Georeferencing of organic avocado farms in the study area.

de edad (63 predios) afiliados a la Asociación de Productores de Palto (APROPAL), productores independientes y a tres empresas exportadoras, que conjuntamente agrupan el 100% de productores orgánicos de los cinco distritos.

La información recolectada fue sistematizada y analizada con el Software estadístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versión 25 (IBM, 2017); se utilizó estadística descriptiva e inferencial. Los análisis de rendimiento incluyeron plantaciones ≥ 5 años de edad. Se realizó la prueba de normalidad (test de Kolmogorow-Smirnov) y homogeneidad de varianzas (test de Levene); y, debido a que los datos no presentan una distribución normal, se utilizaron las pruebas no paramétricas. Para determinar la diferencia del rendimiento entre sistemas de riego se empleó la prueba U de Mann-Whitney, mientras que para determinar la diferencia de rendimiento de las variables portainjerto y polinizante, se aplicaron las pruebas de Kruskal – Wallis y U de Mann-Whitney, con un nivel de significancia del 5%. La relación de los aspectos técnicos con

el rendimiento se determinó mediante la prueba de correlación de Spearman (ρ) con un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción del contexto físico del agroecosistema

De acuerdo con la información recopilada en los cinco distritos estudiados, el palto comprendió 2.650 ha en el año 2018, de los cuales 289 ha (11% del área) eran cultivadas orgánicamente. Este sistema de producción es relativamente joven; los predios más antiguos tienen entre 8 a 10 años bajo manejo orgánico. El distrito de Santa María mostró la mayor superficie destinada a la producción orgánica y el mayor número de productores (Tabla 1).

El análisis de los datos climáticos de la zona muestra un entorno desértico árido y cálido (BWh) de acuerdo a la clasificación de Koeppen (Kottek et al., 2006). La temperatura media anual (periodo 2014-2018) fue de 20,8 °C, la temperatura máxima

Tabla 1. Área total, área de producción orgánica, porcentaje destinado y productores dedicados a la producción orgánica de palto en los distritos estudiados (campana 2017-2018).**Table 1. Total area, area used for organic production, percentage of organic production and number of producers growing organic avocado in the surveyed districts (2017-2018 season).**

Provincia/distrito	Área de producción (ha)		Producción orgánica (%)	Número de productores
	Total	Orgánica		
Huaura				
Santa María	475	100	21	31
Vegueta	680	52	8	10
Huaura	187	7	4	5
Sayán	998	76	8	13
Barranca				
Supe	310	54	17	15
Total	2650	289	11	74

Fuente: Elaboración propia, basados en datos de la Dirección Regional de Agricultura Lima (DRAL) 2019.

de 30,3 °C, correspondiente al mes de febrero y los meses con menores temperaturas julio y agosto, con 12,7 °C. La humedad relativa media en los meses de verano fue de 77 % y la humedad relativa máxima (88,2%) que se alcanza en julio. La evapotranspiración presenta el valor más alto en la estación de verano, con 4,5 mm/día en el mes de marzo. Estas condiciones climáticas en la zona de estudio están dentro de los requerimientos del cultivo (MINAGRI y SENAMHI, 2018; MINAGRI, 2019b; Shaffer et al., 2013; Wolstenholme, 2013). Las principales fortalezas de las plantaciones de la zona costera en el Perú, son las excelentes condiciones edafoclimáticas y la proximidad al puerto del Callao (CIRAD y HAB, 2019).

Los valles de Huaura-Sayán y Supe presentan mayor diversificación de cultivos en comparación con la Irrigación Santa Rosa; este último presenta un microclima adecuado, donde la temperatura no baja de 11 °C, ni tampoco sube más de 33 °C, debido a su ubicación entre colinas. La producción de palto es importante en la irrigación, pero solo 26,5 ha corresponden a producción orgánica. El análisis de los datos de clima de los últimos cinco años (2014-2018), indican que por lo general, la cosecha en esta zona inicia en abril, entre 3 a 4 semanas antes que en los predios ubicados en los valles (Huaura-Sayán y Supe), debido a que las temperaturas máximas son mayores que en los valles, en promedio anual de 4,3 °C, lo cual permite la acumulación de materia seca en el fruto que acelera la madurez. Según Schaffer et al. (2013) las mayores temperaturas en las zonas cálidas favorecen la acumulación de materia seca en la fruta que acelera la maduración. El rendimiento promedio en los valles fue 7.170 kg ha⁻¹ y la irrigación Santa Rosa de 7.610 kg ha⁻¹.

Una cosecha más temprana en la irrigación Santa Rosa tiene la probabilidad de acceder a mejores precios, ya que los meses de cosecha alta se dan entre los meses de mayo a julio.

Las principales características físico-químicas de los suelos donde se desarrolla el cultivo se presentan en la Tabla 2. Los suelos presentan textura franco-arenosa a arenosa, reacción moderadamente alcalina y contenido bajo de sales. El contenido de materia orgánica es bajo en todas las localidades, en tanto que los contenidos de fósforo y potasio varían de bajos a moderados. Una de las características del suelo favorable al desarrollo del cultivo en la zona de estudio es la textura. El palto tiene preferencia por los suelos de textura franco-arenosa a arenosa, profundos, bien drenados y buena aireación (Gardiazabal, 2004; Ferreyra et al., 2012; Ataucusi, 2015). Por otro lado, las características desfavorables del suelo para el desarrollo del palto es el alto contenido de CaCO₃ (2 a 4%) y pH superior a 7,0 (Gardiazabal, 2004; Ferreyra et al., 2012; Razeto y Palacios, 2005). El bajo contenido de materia orgánica en los suelos del área de estudio podría ser una limitante para el cultivo, dado que el palto es un árbol con sistema radicular superficial, sin pelos absorbentes, requiere condiciones de suelos con buen contenido de materia orgánica (Ferreyra et al., 2012; Wolstenholme, 2013). El 81% de productores encuestados señalaron analizar el suelo como requisito para la certificación, pero solo 15% indica usar los resultados para planificar la fertilización.

El recurso hídrico en la zona en estudio está disponible todo el año, pero la infraestructura de riego es insuficiente; buena proporción está conformada por acequias o canales de poca

Tabla 2. Resultados de caracterización físico-químicas de suelos donde se cultiva palto orgánico en los distritos en estudio (promedio de 15 suelos).**Table 2. Results of the physical-chemical characterization of soils where organic avocado is grown in the surveyed districts (average of 15 soils).**

Característica	Distrito Santa María	Distrito Vegueta	Distrito Huaura	Distrito Sayán	Distrito Supe
n	3	3	3	3	3
Textura	F ^o A ^o	A ^o F ^o	F ^o A ^o	A ^o	F ^o A ^o
pH	8,3	8,0	7,6	8,2	7,6
C.E.(1:1) (dS/m)	0,3	0,4	1,0	1,4	0,7
Materia orgánica (%)	0,7	1,2	1,0	0,3	1,0
CaCO ₃ (%)	2,9	0,5	2,0	2,6	4,0
P-Olsen (mg/kg)	10,9	13,3	15,0	7,4	16,3
K-acetato de amonio (mg/kg)	182,0	302,0	215,3	153,0	159,0
CIC (meq/100g)	8,6	13,1	11,6	5,3	7,3

Fuente. Elaboración propia.

n: número de muestras, F^oA^o: franco arenoso, A^oF^o: arena franca, A^o: arenoso.

capacidad y carece de adecuado mantenimiento. Al respecto el Banco Mundial (2013) señaló que el valle de Huaura es uno de los valles con sistemas de riego más antiguos y que tiene problemas de drenaje. Sumado a esto, el 75% de productores de palto orgánico usa riego por gravedad y no cuentan con reservorio en sus predios. En la irrigación Santa Rosa, los turnos de agua son más restringidos, lo que obliga a los productores a instalar sistemas de riego localizado.

Factores técnicos que influyen en el rendimiento

Sistema de riego. El sistema de riego influyó significativamente ($p < 0,05$) en los rendimientos. Los predios con riego localizado tuvieron rendimientos hasta 40% más altos que los predios con riego por gravedad (Mdna = 9.740 kg ha⁻¹ vs 5.872 kg ha⁻¹, respectivamente). Sin embargo, solo el 25% de los predios estudiados contó con sistema de riego localizado. Este efecto positivo en el rendimiento de frutos de palto puede atribuirse a la eficiencia de aplicación, el sistema de riego localizado permite alcanzar entre 90 a 95% de eficiencia (Antúñez et al., 2010; Carrazón, 2007; MINAGRI, 2015b; Banco Mundial, 2013). Esta eficiencia beneficia al palto, que es muy susceptible al déficit hídrico, las raíces absorben hasta el 95% del agua en los primeros 60 cm del suelo (Gardiazabal, 2004).

El rendimiento de fruto de palto categoría extra, también fue superior en predios con riego localizado que constituyeron 77% de la producción, mientras que en predios con riego por gravedad solo el 62%. Según Codex Alimentarius (FAO y OMS, 2007) y Norma Técnica PNTP 011.018 (INDECOPI, 2014), los

frutos de categoría extra son considerados de calidad superior; se comercializan a un mayor precio que las categorías primera y segunda.

El riego localizado permite mejorar la calidad de frutos. La aplicación frecuente de riego es fundamental, además de incrementar el rendimiento mejora el calibre del fruto (Schaffer et al., 2013; Moreno-Ortega et al., 2019; Silber et al., 2012; Lahav y Kalmar, 1983). La Fig. 3, muestra el rendimiento promedio de las categorías exportables (extra, primera y segunda).

El consumo de agua por campaña se registra solo en los predios con sistema de riego localizado. El consumo promedio de agua fue de 13.808 y 14.050 m³ ha⁻¹ para predios ubicados en los valles y en la Irrigación Santa Rosa, respectivamente. El requerimiento hídrico del palto en el Perú oscila entre 7.000 y 12.000 m³ ha⁻¹ año⁻¹ (Ferreyra, 2021), aunque zonas como Chavimochic (La Libertad) y Olmos (Lambayeque), el requerimiento alcanza 16.900 m³ ha⁻¹ año⁻¹ (Apaza et al., 2019) y 20.000 m³ ha⁻¹ año⁻¹ (Ferreyra, 2021), debido al efecto oasis que ocurre en planicies eólicas.

Varios estudios han reportado que los máximos rendimientos y frutos con mejor calibre del cv. "Hass" se obtuvieron cuando se aplicaron láminas de agua equivalentes entre el 70 a 75% de ET_0 ($K_c = 0,7$ a $0,75$) (Zuazo et al., 2021; Holzapfel et al., 2017; Faber et al., 1996; Grajales, 2017; Dorado et al., 2017; Ferreyra et al., 2007) y en algunos casos los mejores rendimientos fueron con mayores riegos entre 110 a 130% de la ET_c , (Gardiazabal et al., 2003 y Kurtz et al., 1992). En la región Lima, Vásquez et al. (2015) en el cv. "Hass", aplicando la lámina de agua equivalente al 120% de ET_{ψ} obtuvieron mayor rendimiento.

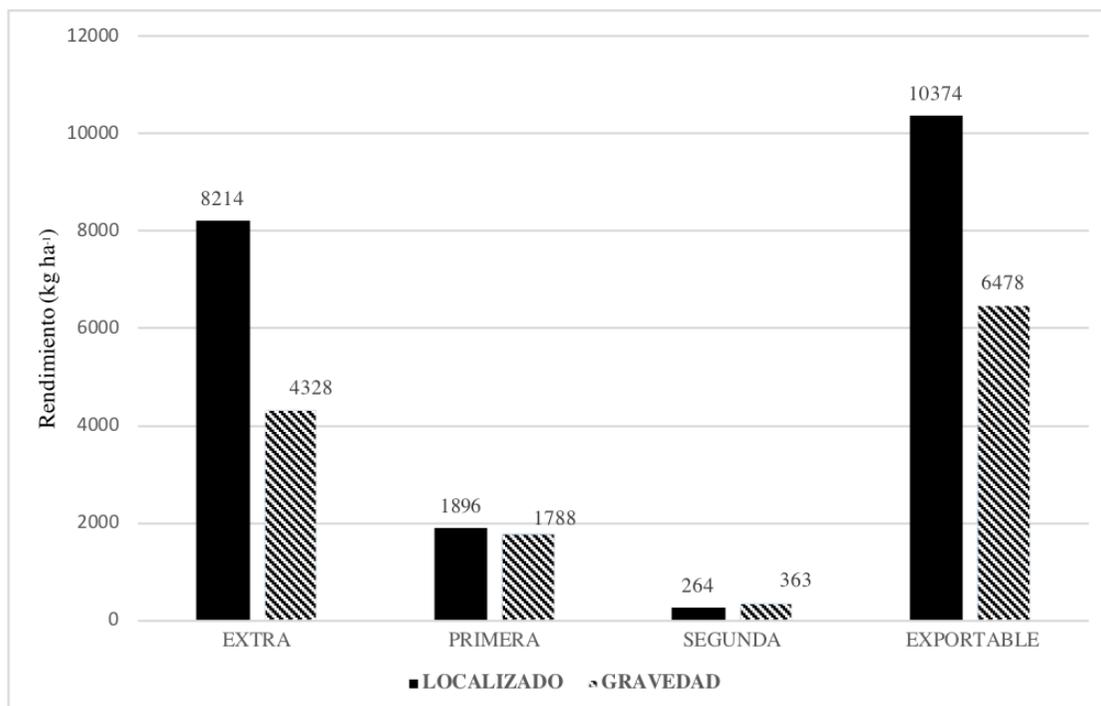


Fig. 3. Rendimiento promedio según categorías exportable en ambos sistemas de riego de palto orgánico en dos provincias de la región Lima.

Fig. 3. Average yield according to exportable categories in both irrigation systems of organic avocado in two provinces of the Lima Department.

La tarifa de agua en la zona de estudio varía anualmente según decisión de la junta de usuarios. En el valle Huaura-Sayán, la tarifa media fue S/273 ha⁻¹, en el valle de Supe de S/280 ha⁻¹ y en la Irrigación Santa Rosa de S/287 ha⁻¹. Al respecto, el Banco Mundial (2013), indica que el pago por el agua de riego en el Perú, es en general por área y no por volumen, lo que contribuye al desperdicio, sumado a eso limitaciones en la infraestructura, mantenimiento y métodos no mejorados contribuyen a la baja eficiencia. En otras zonas productoras de palto, las tarifas son aplicadas al volumen; en la Irrigación Chavimochic, un fundo que gasta 16.000 m³ ha⁻¹, el costo fue de S/3.488 anualmente (Apaza et al., 2019).

Aporte de nitrógeno orgánico. El aporte de nitrógeno se limitó al uso de fuentes orgánicas. La dosis de N orgánico tuvo alto grado de correlación positiva ($\rho=0,86$) con el rendimiento (Fig. 4 y Tabla 3). Esta tendencia fue clara a pesar de que la mineralización del N orgánico es muy variable, depende de muchos factores. Su efecto positivo en el rendimiento del palto se atribuye a las ventajas que tiene la incorporación de fuentes orgánicas al suelo, más aún en suelos con bajo contenido de materia orgánica, como el caso de los sistemas en estudio. El beneficio del uso de fuentes orgánicas

ha sido descrito ampliamente (Mohale et al., 2021; Campos et al., 2020; Valladares et al., 2020; Kwiatkowski et al., 2020; Burges et al., 2020; Villalva et al., 2015; Tapia et al., 2014; Aguirre et al., 2007; Bruuselma, 2002; Mikkelsen y Hartz, 2008) y va más allá de su valor nutricional, porque mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.

Aporte de fósforo y potasio. Hubo alto grado de correlación positiva entre el aporte de fósforo ($\rho=0,89$) y potasio ($\rho=0,87$) con el rendimiento, la tendencia fue que al incrementar la cantidad aplicada mejoró la respuesta del rendimiento (Fig. 4 y Tabla 3). El efecto positivo del fósforo y potasio en el rendimiento de palta, se atribuye a las distintas funciones esenciales que desempeñan en el metabolismo de las plantas (Gardiazabal et al., 2007). El incremento del rendimiento de frutos de palto con aplicaciones de fósforo ha sido reportados en varias investigaciones (Sánchez, 2020; Du Plessis et al., 1995; Winer et al., 1994). Asimismo, el potasio es el nutriente más demandado por el cultivo de palto y diversas investigaciones han reportado que incrementa el rendimiento y calidad de frutos (Guerrero-Polanco, 2018; Salazar-García, 2009; Hermoso et al., 2003; Gardiazabal et al., 2007; Van Niekerk et al., 1999).

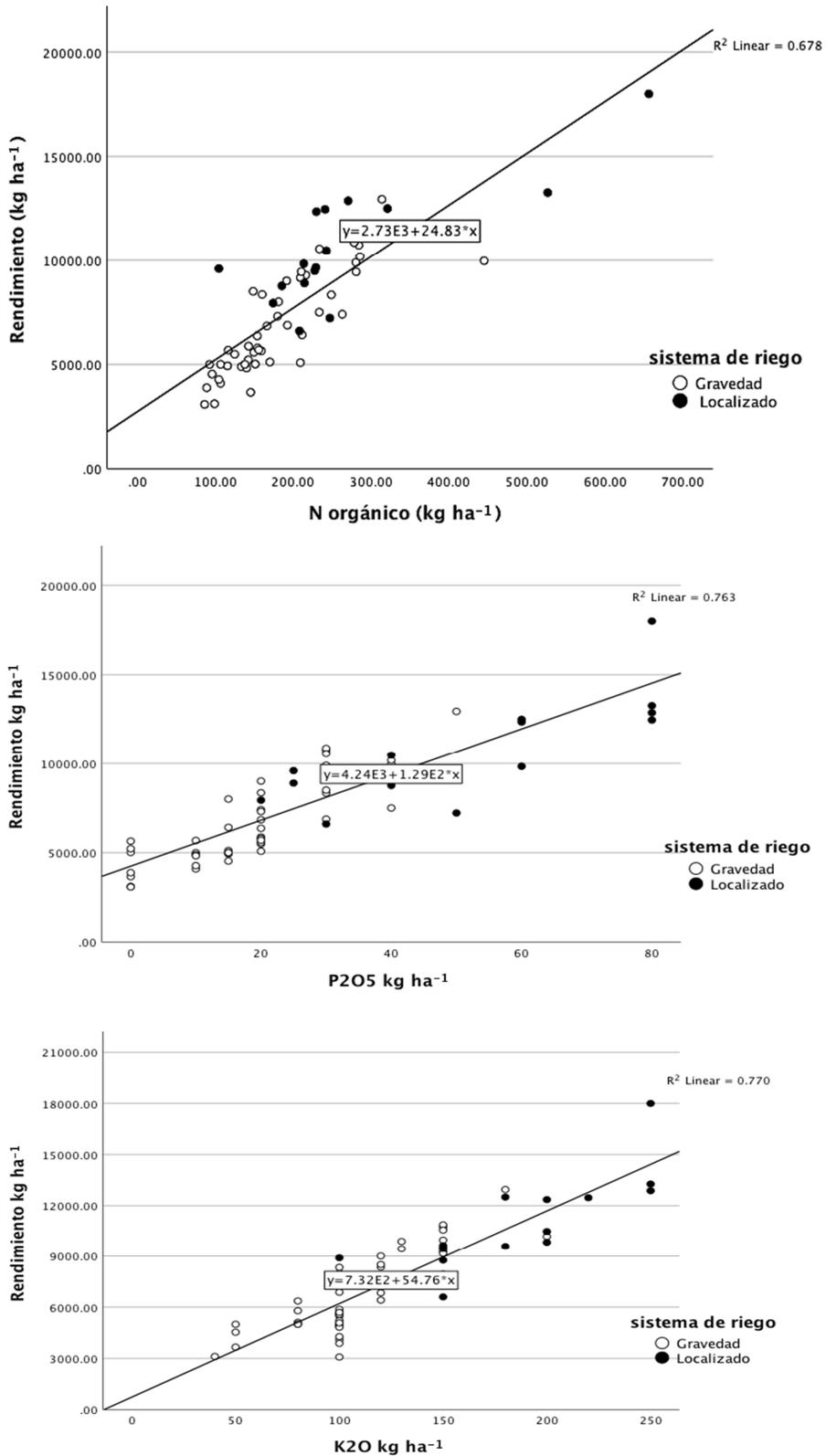


Fig. 4. Relación entre la cantidad de N orgánico, P2O5, K2O aplicado y el rendimiento en predios de palto orgánico en dos provincias de la región Lima.

Fig. 4. Relationship between the amount of organic N, P2O5, K2O applied and yield in organic avocado orchards in two provinces of the Lima Department.

Tabla 3. Principales factores relacionados con el rendimiento de predios de palto orgánico en dos provincias de la región Lima.**Table 3: Main factors related to the yield of organic avocado farms in two provinces of the Lima Department.**

Factores	Mediana±RIQ	Coefficiente de correlación de Spearman (ρ)
N orgánico (kg ha ⁻¹)	185,4 ± 98,5	0,86***
P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	20,0 ± 25,0	0,89***
K ₂ O (kg ha ⁻¹)	120,0 ± 50,0	0,87***
Mano de obra (jornales ha ⁻¹)	146,7 ± 93,3	0,94***
Número de aplicaciones	7,0 ± 3,0	0,94***
Edad de plantación (años)	7,0 ± 3,0	0,49***
Densidad (plantas ha ⁻¹)	400,0 ± 167,0	0,19*

Los coeficientes encontrados son significativos con $P < 0.001$ (***), < 0.01 (**), < 0.05 (*).

Si $P > 0.05$ (N.S.).

RIQ: rango intercuartil.

Mano de obra (Número de jornales ha⁻¹). El requerimiento de mano de obra de los predios se ubicó en el rango 87 a 437 jornales ha⁻¹ y mostró alto grado de correlación positiva con el rendimiento (Tabla 3). La mayoría de los predios (84%) emplearon entre 100 a 250 jornales; solo un predio registró 437 jornales, porque el cultivo está establecido en terrazas y con alta densidad de árboles. Los predios con riego localizado obtuvieron rendimientos mayores con el mismo número de jornales (Fig. 5). Los sistemas de producción orgánica requieren más mano de obra por unidad de producción (FAO, 2018; Camacho et al., 2015), específicamente 30% más mano de obra que los sistemas convencionales (Salinas, 2011), lo que genera fuentes de empleo (Vásquez et al., 2021). En contraste, en la zona de Cañete se ha reportado una demanda máxima de 70 jornales/ha (Collantes et al., 2015).

Número de aplicaciones foliares. Se hacen en función a la inversión y varió entre 4 y 14. Como aplicaciones foliares se consideraron: nutrientes, bioestimulantes y productos para el control de plagas y enfermedades. A mayor inversión en insumos, mayor número de aplicaciones; estas tuvieron alto grado de correlación positiva con el rendimiento (Tabla 3). Todos los predios tuvieron plan de manejo de plagas y enfermedades, según los registros de campo. Las plagas que requirieron más aplicaciones fueron: *Oligonychus* sp., *Fiorinia fioriniae* y *Aleurodicus* sp. y en el distrito de Santa María también fue importante *Oiketicus kirbyi*. Uno de los principales problemas en palto son las queresas, si bien no afectan los rendimientos, su presencia limita el acceso a mercados de Estados Unidos y China (*Fiorinia fioriniae* Targioni, *Hemiberlesia lataniae* (Signoret)

(SENASA, 2014). En otras zonas productoras de palto de Perú también se han reportado estas plagas, como en Cañete (Collantes, 2016) y en la Irrigación Chavimochic (Apaza et al., 2019). Dos plagas (*Fiorinia fioriniae* y *Oligonychus* sp.) son comunes en zonas áridas donde no se registran precipitaciones, que permite su desarrollo. Además, que la presencia de plagas está relacionado con la productividad del cultivo y el éxito del cultivo depende en gran parte del control fitosanitario (Nataren-Velazquez et al., 2020).

La enfermedad más importante en la etapa de floración y cuajado fue *Botrytis cinerea*. Otras enfermedades que se consideraron de importancia fueron: *Lasiodiplodia theobromae*, seguida de *Phytophthora cinnamomi*. La pudrición de raíces causada por *Phytophthora* es posiblemente la enfermedad más devastadora que afecta la producción de palto a nivel mundial (Mitchell et al., 2015). El control de malezas, se realiza manual en 100% de los casos estudiados; predios con riego por gravedad, con mayor número de deshierbes (invirtieron 12% de jornales) y con riego localizado se requirió menor número de jornales (5% de jornales).

Densidad y edad de plantación. En la Tabla 3 se muestran que el rendimiento presentó baja correlación con la densidad de plantación ($\rho=0,19$), mientras que esa fue intermedia con la edad de plantación ($\rho=0,49$). La densidad varió de 278 a 1.000 plantas/ha, siendo las plantaciones jóvenes las que presentaban mayores densidades. Densidades altas (1.000 plantas ha⁻¹) presentaron mayores rendimientos promedio (11.833 kg ha⁻¹) en plantaciones de 7,2 años, sin embargo, esta densidad solo se observó en 8% de

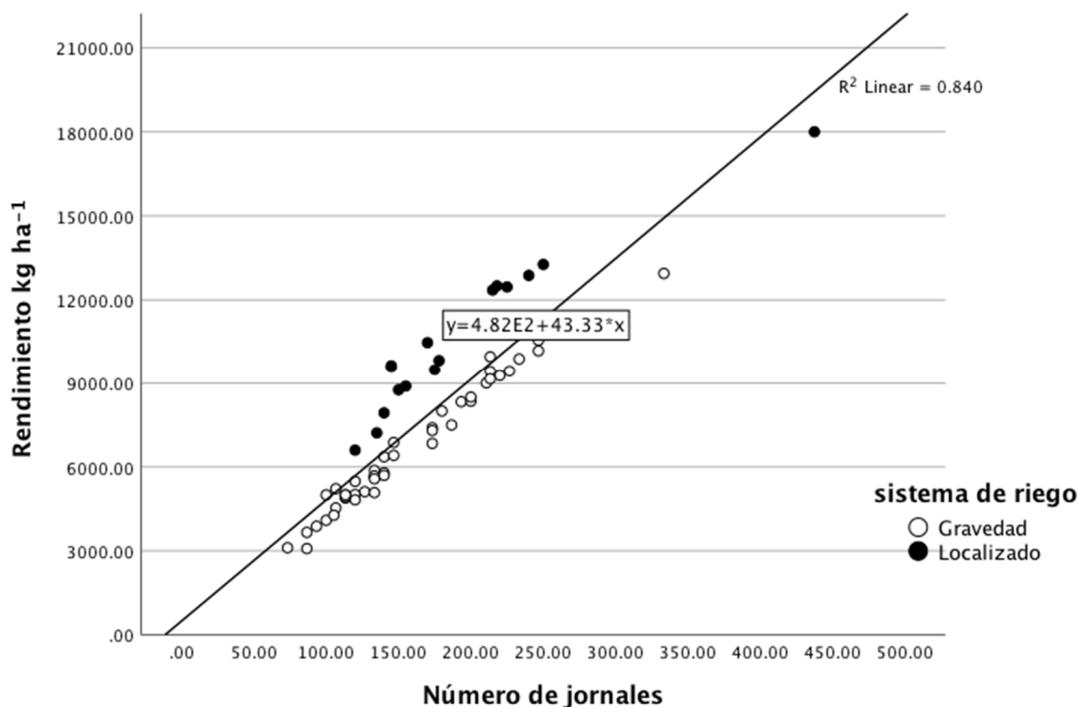


Fig. 5. Relación entre el número de jornales y rendimiento en predios de palto orgánico en dos provincias de la región Lima.

Fig. 5. Relationship between the number of labor days and yield in organic avocado orchards in two provinces of the Lima Department.

parcelas con 400 plantas ha⁻¹ (41% de predios) alcanzaron rendimientos menores (7.993 kg ha⁻¹) y las plantaciones con menores densidades (278 y 333 plantas ha⁻¹) y mayor edad (8 y 11 años), presentaron rendimientos de 6.686 y 7.075 kg ha⁻¹, respectivamente.

Portainjerto y polinizante. Los portainjertos utilizados en plantaciones con mayor edad son los cv. “Duke 7” y “Topa Topa”, mientras que “Zutano” es más usado en nuevas plantaciones. “Zutano” ha demostrado ser más vigoroso, más tolerante a sales y a *Phytophthora cinnamomi* (Apaza et al., 2015). La misma tendencia fue reportada por Collantes et al. (2015) en la provincia de Cañete, y por Bedoya y Julca (2020) en la región Moquegua. Hubo diferencia significativa ($p < 0,05$) en rendimiento de acuerdo con el tipo de portainjerto utilizado. Plantaciones con portainjerto “Zutano” tuvieron mayores rendimientos (9.448 kg ha⁻¹), que los predios que combinan los portainjertos “Zutano” y “Topa Topa” (7.047 kg ha⁻¹). La combinación de portainjertos “Topa Topa” y “Duke 7” mostró los menores rendimientos (6.142 kg ha⁻¹), por ser las plantaciones más antiguas. Todas las plantaciones parte de este estudio utilizan la

variedad polinizante en una proporción de 10%, siendo los más representativos “Fuerte” y “Zutano”; un análisis detallado de rendimiento no mostró diferencias significativas (datos no mostrados).

CONCLUSIONES

En los predios productores de palto orgánico en la zona de estudio la instalación de un sistema de riego localizado es fundamental, ya que incrementó significativamente el rendimiento y calidad de fruto.

La cantidad de N orgánico aplicado, correlacionó positivamente con el rendimiento, los productores que aportaron mayor cantidad de materia orgánica como fuente de N orgánico tuvieron mayores rendimientos. Las dosis de fósforo y potasio tuvieron alta correlación positiva con el rendimiento, mayores aportes de estos macronutrientes tuvieron respuesta positiva. Asimismo, los factores número de jornales y número de aplicaciones foliares correlacionaron positivamente con el rendimiento. Mientras que hubo una correlación intermedia con la edad de la plantación y baja con la densidad de plantas.

Se recomienda instalación de sistema de riego

localizado, incrementar los aportes de fuentes orgánicas como fuente de N, aportes de fósforo y potasio para optimizar el rendimiento y calidad de fruto del cultivo de palto orgánico en la zona de estudio; sin embargo, estos aportes deben estar basados en los requerimientos del cultivo (monitoreo periódico del estado nutricional de las hojas y del suelo) y teniendo en cuenta las normas orgánicas vigentes.

LITERATURA CITADA

- ADEX (Asociación de Exportadores). 2018. La Palta en la Alianza del Pacífico. Centro de Investigación De Economía y Negocios - CIEN. Disponible <https://www.cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2019/08/Palta-Alianza-del-Pacifico1.pdf> (Consultado: 20 agosto del 2021).
- ADEX y MRE (Asociación de Exportadores y Ministerio de Relaciones Exteriores). 2021. Perfil mercado, palta congelada a Rusia. Programa de especialización en inteligencia comercial de mercados internacionales MRE-ADEX. Disponible <https://www.cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2021/06/Perfil-Mercado-de-Palta-Congelada-a-Rusia.pdf> (Consultado: 22 octubre del 2021).
- Agraria.pe. 2022. Exportación peruana de palta a Países Bajos en 2021 representó el 33 % del total a nivel mundial, siendo el principal destino de esta fruta. Disponible <https://www.agraria.pe/index.php/noticias/exportacion-peruana-de-palta-a-paises-bajos-en-2021-represen-27493> (Consultado: 13 noviembre del 2022).
- Aguirre, S., Y. Carreón, L. Varela, J. García y A. Bárcenas. 2007. Evaluación de la materia orgánica y de microorganismos en suelos de huertos de aguacate *Persea americana* Mill. en Uruapan Michoacán. VI World Avocado 2007. Viña Del Mar, Chile. Disponible <http://www.avocadosource.com/wac6/es/Extenso/3a-105.pdf> (Consultado: 13 octubre del 2021).
- Antúñez, A., Mora, D. y S. Felmer. 2010. Eficiencia en sistemas de riego por goteo en el seco. INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias-CL). Disponible https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2014/06/EFICIENCIA_EN_SISTEMAS_DE_RIEGO.pdf (Consultado: 20 noviembre del 2022).
- Apaza, W., P. Quiroz, and A. Julca. 2019. Characterisation of avocado and asparagus farms in the Chavimochic irrigation project in La Libertad, Peru. *Peruvian Journal of Agronomy* 3(3):91. <https://doi.org/10.21704/pja.v3i3.1342>
- Apaza, W., Y. Villavicencio, R. Moreno y C. Hualanca. 2015. Comportamiento de los cinco patrones de palto más utilizados en la Irrigación de Chavimochic a la pudrición radicular ocasionada por *Phytophthora cinnamomi*. VIII Congreso Mundial de la Palta, Lima - Perú. Libro de Resúmenes, p. 38. Disponible https://www.avocadosource.com/WAC8/Section_03/Section_03_Abstracts_Spanish.pdf (Consultado: 10 noviembre del 2021).
- Ataucusi, S. 2015. Manejo técnico del cultivo del palto. Primera Edición - Cáritas del Perú. PRA-Buenaventura. Lima, Perú. 41 p. <http://draapurimac.gob.pe/sites/default/files/revistas/Manual%20Palta%20F.pdf>
- Banco Mundial. 2013. El futuro del riego en el Perú. *Revista de Occidente* 1:63. Disponible http://www.psi.gob.pe/docs/%5Cbiblioteca%5Cmanuales%5Cfuturo_riego_peru.pdf (Consultado: 22 octubre del 2021).
- Bedoya, J. y A. Julca. 2020. Caracterización de fincas productoras del cultivo de palto en la región Moquegua, Perú. *Idesia (Arica)* 38(3): 59–67. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292020000300059>
- Bruuselma, T. 2002. Productividad de los sistemas orgánicos y convencionales de producción de cultivos. *Informaciones agronómicas* N° 51. International Plant Nutrition Institute (IPNI). 4 p. <https://hopelchen.tecnm.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r122704.PDF>
- Burges, A., V. Fievet, N. Oustriere, L. Epelde, C. Garbisu, J.M. Becerril, and M. Mench. 2020. Long-term phytomanagement with compost and a sunflower–Tobacco rotation influences the structural microbial diversity of a Cu-contaminated soil. *Science of the total Environment* 700: 134529. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134529>
- Camacho, M., K. Arauz, N. Barboza, H. Martínez y J. Arias. 2015. Caracterización de productores de hortalizas orgánicas distribuidas en la gran área metropolitana (GAM), Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 39(2):131-142.
- Campos, M.J., M. Álvarez, R. Maldonado, y G. Almaguer. 2020. Aplicación de abonos orgánicos en el rendimiento y desarrollo radicular en el cultivo de aguacate. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 11(2):263-274. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i2.2301>

- Carranza-Guzmán, T. J. y J. E. Delgado-Villena. 2020. Análisis de la trazabilidad en las exportaciones de palta fresca de las empresas exportadoras con certificación orgánica de la región Lima a Países Bajos en el periodo del 2013 al 2019. Tesis Licenciatura en Negocios Internacionales. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Disponible <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653745>. (Consultado: 28 agosto de 2021).
- Carrazón, J. 2007. Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Honduras. 218 p. <https://www.fao.org/3/at787s/at787s.pdf>
- CIRAD and HAB (Centre de Cooperation International en Recherche Agronomique pour le Développement and Hass Avocado Board). 2019. Perú making giant strides. Disponible <https://hassavocadoboard.com/wp-content/uploads/2019/08/hab-marketers-country-profiles-2019-peru.pdf> (Consultado: 29 agosto del 2021).
- Collantes, R. 2016. Sustentabilidad de agroecosistemas de palto (*Persea americana* Mill.) y mandarina (*Citrus* spp.) en Cañete, Lima, Perú. Tesis Ph.D. en Agricultura Sustentable. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. Disponible <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1992> (Consultado: 8 agosto del 2021).
- Collantes, R., A. Rodrigues y M. Canto. 2015. Caracterización de fincas productoras de palto (*Persea americana* Mill.) y mandarina (*Citrus* spp.) en Cañete, Lima, Perú. *Aporte Santiaguino* 8(1): 33-44. <https://doi.org/10.32911/as.2015.v8.n1.241>
- Dorado, D., Grajales, L. y Rebolledo, A. 2017. Requerimientos hídricos del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.) variedad Hass en zonas productoras de Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Bogotá, Colombia. 91 p. <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/download/14/12/115-1?inline=1>
- Du Plessis, S.F, T.J. Koen and R.A. Abercrombie. 1998. Nutritional requirements of the Fuerte avocado: a summary of 21 years of research in South Africa. *Proc. World Avocado Congr. III*:160-165.
- Faber, B. A., M.L. Arpaia, and M.V. Yates. 1996. Irrigation management of avocado in a California coastal environment. In *Proceedings of the World Avocado Congress III*: 189-195.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018. *Agriculture organic. Preguntas frecuentes* (en línea). Disponible <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq5/es/> (Consultado: 20 febrero del 2022).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) and OMS (Organización Mundial de la Salud). 2007. *Comisión del Codex Alimentarius: Frutas y hortalizas frescas*. Primera edición. FAO y OMS. Roma. 204 p. Disponible <https://www.fao.org/3/a1389s/a1389s.pdf> (Consultado: 23 diciembre del 2021).
- Ferreira, R. 2021. Recomendaciones para un óptimo programa de riego en palto. Disponible <https://www.redagricola.com/pe/recomendaciones-para-un-optimo-programa-de-riego-en-palto/> (Consultado: 21 noviembre del 2022).
- Ferreira, R., G. Selles, P. Gil, J. Celedon, and P. Maldonado. 2012. Effect of soil available water depletion on plant water status, fruit size and yield of avocado trees cv. 'Hass'. In *Seventh International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops - Greensys 1038:393-400*. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201500070860>
- Ferreira, R., Selles, G., Maldonado, P., y Gil, P. 2007. Efecto del clima, de las características de la hoja y de la metodología de medición en el potencial hídrico xilemático en palto (*Persea americana* Mill.). *Agricultura técnica* 67(2):182-188. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072007000200008
- Gardiábal, F., F. Mena y C. Magdahl. 2007. Efecto de la fertilización en base a N-P-K-Ca-Mg-B-Zn en palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass sobre su desarrollo, productividad y postcosecha de la fruta. *Proceedings VI World Avocado Congress – WAC 2007*. Viña Del Mar, Chile. <http://www.avocadosource.com/wac6/es/extenso/3a-98.pdf>
- Gardiábal, F. 2004. Riego y nutrición en paltos. Sociedad Gardiábal y Magdahl Ltda. 2º Seminario Internacional de Paltos. Quillota, Chile. p. 1-21. https://www.avocadosource.com/Journals/2_Seminario/2_Seminario_Gardiababal_Fertilizacion_y_Riego_SPAN.pdf

- Gardiazabal, F., Magdahl, C., Mena, F., y Wilhelmy, C. 2003. Determinación del coeficiente de cultivo (Kc) para paltos cv. Hass en Chile. In Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate). pp. 329-334. http://avocadosource.com/WAC5/Papers/WAC5_p329.pdf
- Grajales, L. 2017. Uso racional del agua de riego en cultivos de aguacate Hass (*Persea americana*) en tres zonas productoras de Colombia. Tesis Magister en Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Disponible <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/62000>. (Consultado: 20 noviembre del 2022).
- Guerrero-Polanco, F., Alejo-Santiago, G., Hernández, R., Bugarín-Montoya, R., Aburto-González, C., y Isirdia-Aquino, N. 2018. Respuesta del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.) variedad Hass a la aplicación de nitrato de potasio. *Acta Agronómica* 67(3): 425-430.
- Hermoso, J. M., S. Jaime, M.D. Torres y J.M. Farré. 2003. Nutrición PK del aguacate. Resumen de dos experimentos de 29 años'. In Actas V Congreso Mundial del Aguacate. Granada-Málaga, España Vol. 1: 387-393. https://www.avocadosource.com/WAC5/Abstracts/WAC5_Abstract_p358_s.pdf
- Holzappel, E., J.A de Souza, J. Jara y H.C. Guerra. 2017. Responses of avocado production to variation in irrigation levels. *Irrig. Sci.* 35(3): 205-215. <https://doi.org/10.1007/s00271-017-0533-0>
- IBM Corp. (International Business Machines Corporation). 2017. SPSS Statistics para Windows. version 25.0. Armonk, Nueva York: IBM Corp.
- INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual). 2014. Norma técnica peruana 011.018:2014 de palta. Quinta edición. Lima, Perú. 30 p. Disponible en: <http://www.prohass.com.pe/norma-tecnica-de-la-palta> (Consultado: 15 octubre del 2021).
- Lahav E, A.W. Whiley y D.W. Tuner. 2013. Riego y nutrición mineral. En: *Aguacate: botánica, producción y usos*. Croydon: CABI. p.301-341. <https://doi.org/10.1079/9781845937010.0301>
- Lahav, E., and D. Kalmar. 1983. Determination of the irrigation regimen for an avocado plantation in spring and autumn. *Australian journal of agricultural research* 34(6): 717-724.
- Lovatt, C. 1990. Factors affecting fruit set/early fruit drop in avocado. *California Avocado Society Yearbook* 74:193-199.
- Kottek, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, and F. Rubel. 2006. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift* 15(3):259-263. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>
- Kurtz, C., I. Guil, and I. Klein. 1992. Water rate effects on three avocado cultivars. In Proceedings of the II World Avocado Congress, California, USA. p. 357-364.
- Kwiatkowski, C. A., E. Harasim, and M. Staniak. 2020. Effect of catch crops and tillage systems on some chemical properties of loess soil in a short-term monoculture of spring wheat. *Journal of Elementology* 25(1). doi:10.5601/jelem.2019.24.2.1837
- MIDAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego). 2021. Sistema Integrado de Estadística Agraria – SIEA. Anuario agrícola 2019. Lima, Perú. Disponible <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicaciones/datos-estadisticas/anuarios/category/26-produccion-agricola>. (Consultado: 20 diciembre 2021).
- Mikkelsen, R, and T. Hartz. 2008. Nitrogen Sources for organic crop production. *Hetter Crops* 92(4):16:19.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2019a. Anuario estadístico de producción agrícola 2018. Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias (SIEA). Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas (DGESEP). Lima, Perú. 371 p. Disponible https://siea.midagri.gob.pe/portal/phocadownload/datos_estadisticas/anuarios/agricola/agricola_2018.pdf (Consultado: 15 octubre del 2021).
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2019b. La situación del mercado internacional de la palta. Su análisis desde una perspectiva de las exportaciones peruanas. Dirección General de Políticas Agrarias – DGPA. Lima, Perú. 40 p. Disponible <https://bibliotecavirtual.midagri.gob.pe/index.php/analisis-economicos/estudios/2019/28-la-situacion-del-mercado-internacional-de-la-palta/file> (Consultado: 29 octubre del 2021).
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2015a. La palta producto estrella de exportación. Edición digital: MINAGRI – Dirección General de Políticas Agrarias - DGPA. Lima, Perú. 80 p. Disponible [file:///Users/doryfelles/Downloads/informe-palta-peruana-300115%20\(2\).pdf](file:///Users/doryfelles/Downloads/informe-palta-peruana-300115%20(2).pdf) (Consultado: 20 octubre del 2021).

- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2015b. Manual del cálculo de eficiencias para sistemas de riego. Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego – DGIAR. Lima, Perú. 54 p. Disponible https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual_determinacion_eficiencia_riego.pdf (Consultado: 22 noviembre del 2022).
- MINAGRI y SENAMHI (Ministerio de Agricultura y Riego y Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). 2018. Requerimientos agroclimáticos del cultivo de palto. Ficha técnica N° 12. Dirección General de Políticas Agrarias – DGPA. Dirección de estudios económicos e información agraria. Disponible <https://bibliotecavirtual.midagri.gob.pe/index.php/material-de-divulgacion/fichas-tecnicas/2018/39-requerimientos-agroclimaticos-del-cultivo-de-palto/file>. (Consultado: 15 octubre del 2021).
- Mitchell, B., B. Christie, J. Engelbrecht, and N. Van Den Berg. 2015. Análisis integrado sobre la infección temprana ocasionada por *Phytophthora cinnamomi* en portainjertos tolerantes y susceptibles de aguacate. Actas proceedings VIII Congreso Mundial de la Palta 2015. Lima, Perú.
- Mohale, M. P., A. Manyevere, E. Dube, and M. Zerizghy. 2021. Short-term Effect of Eucalyptus Wood-based Compost on Biological Fertility of Soils under Avocado Plantations. Communications in Soil Science and Plant Analysis 1-16. <https://doi.org/10.1080/00103624.2021.1892721>
- Moreno-Ortega, G., C. Pliego, D. Sarmiento, A. Barceló, and E. Martínez-Ferri. 2019. Yield and fruit quality of avocado trees under different regimes of water supply in the subtropical coast of Spain. Agric. Water Manag. 221: 192–201 doi.org/10.1016/j.agwat.2019.05.001
- Nataren-Velazquez, J., A. Ángel-Pérez, J. Megchún-García, E. Ramirez-Herrera, y I. Meneses-Márquez. 2020. Caracterización productiva del aguacate (*Persea americana* Mill.) en la zona de alta montaña Veracruz, México. Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático 6(12): 1406–1423. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v6i12.9941>
- ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias). 2018. Fruticultura orgánica, una alternativa de impacto para el sector exportador nacional. Transforma Alimentos 368 p. Disponible <https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/documentos-e-informes/fruticultura-organica-una-alternativa-de-impacto-para-el-sector-exportador-nacional>. (Consultado: 15 octubre del 2021).
- Portal Frutícola. 2021. Productos orgánicos experimentan un crecimiento en ventas y volúmenes. Disponible https://www.portalfruticola.com/noticias/2021/01/25/productos-organicos-experimentan-un-crecimiento-en-ventas-y-volumenes/?pk_campaign=9dc033e09f&pk_source=mailchimp&pk_medium=email&pk_content=423608&pk_cid=f02243fad9&utm_campaign=9dc033e09f&utm_source=mailchimp&utm_medium=email&utm_content=423608&utm_term=f02243fad9 (Consultado: 15 noviembre del 2022).
- Razeto, B. y J. Palacios. 2005. Efecto de la clorosis férrica en el tamaño y la concentración de aceite en el fruto del palto (*Persea americana* Mill.). Agricultura Técnica 65(1): 105-111.
- Redagráfica. 2022. La gran apuesta española por la palta peruana. Disponible <https://www.redagricola.com/pe/la-gran-apuesta-espanola-por-la-palta-peruana/> (Consultado: 22 noviembre del 2022).
- Redagráfica. 2021. Fuerte recuperación de cultivos orgánicos en Perú impacta en precios de exportación. Disponible <https://www.redagricola.com/pe/recuperacion-de-cultivos-organicos-en-peru/> (Consultado: 17 noviembre del 2022).
- Salazar, F. 2015. Influencia de la temperatura y la humedad relativa en el periodo de floración y cosecha de palto (*Persea americana* Mill.) orgánico cv. Hass en virú, La Libertad. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad nacional de Trujillo. Disponible <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/4126>. (Consultado: 19 noviembre del 2022).
- Salazar-García, S., L. Cossio-Vargas e I. González-Durán. 2009. La fertilización de sitio específico mejoró la productividad del aguacate “Hass” en huertos sin riego. Agricultura técnica en México 35(4): 439-448.
- Salinas, H. 2011. Evaluación y análisis de sustentabilidad en diferentes agroecosistemas de aguacate (*Persea americana* Mill.) orgánico en dos municipios del estado de Michoacán, México. Tesis de Ingeniero en Agroecología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Disponible <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2430/HIPOLITO%20SALINAS%20PE%c3%91AFIEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Consultado: 25 noviembre del 2021).
- Schaffer, B. A., B. N. Wolstenholme, and A. W. Whitley (Eds.). 2013. The avocado: botany, production and uses. CABI. 525 p.

- Sánchez, E. 2020. Identificación de fecha de anillado y evaluación del fraccionamiento de la dosis de fertilización en aguacate "Hass". Tesis de doctorado en Ciencias Biológicas Agropecuarias en el área de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, México. 73 p. Disponible [chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/http://dspace.uan.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/2409/1/IDENTIFICACION%20DE%20FECHA%20ANILLADO%20Y%20EVALUACION%20DEL%20FRACCIONAMIENTO%20DE%20LA%20DOSIS%20DE%20FERTILIZACION%20EN%20AGUACATE%20E2%80%98HASS%20E2%80%99._compressed.pdf](https://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/http://dspace.uan.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/2409/1/IDENTIFICACION%20DE%20FECHA%20ANILLADO%20Y%20EVALUACION%20DEL%20FRACCIONAMIENTO%20DE%20LA%20DOSIS%20DE%20FERTILIZACION%20EN%20AGUACATE%20E2%80%98HASS%20E2%80%99._compressed.pdf) (Consultado: 20 noviembre del 2022)
- SEDIR (Servicio para el Desarrollo Integral). 2022. Áncash es la primera región productora de palta orgánica en Perú. Disponible <https://www.sedir.org.pe/noticia/295/ancash-es-la-primera-region-productora-de-palta-organica-en-peru> (Consultado: 15 noviembre del 2022).
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria). 2014. Protocolo de requerimientos fitosanitarios para la exportación de palta del Perú a China. Disponible <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2014/12/Protocolo-exportacion%20de-Palta-a-China-Espa%201-1.pdf> (Consultado: 11 noviembre del 2021).
- Silber, A., A. Naor, H. Cohen, Y. Bar-Noy, N. Yechieli, M. Levi, M. Noy, M. Peres, D. Duari, K. Narkis, and S. Assouline. 2018. Avocado fertilization: matching the periodic demand for nutrients. *Sci. Hort.* 241: 231-240.
- Silber, A., Y. Israeli, M. Levi, A. Keinan, O. Shapira, G. Chudi, A. Golan, M. Noy, I. Levkovitch, and S. Assouline. 2012. Response of 'Hass' avocado trees to irrigation management and root constraint. *Agricultural Water Management* 104: 95-103.
- Tapia, L., A. Larios, A. Hernández, y H. Guillén. 2014. Nutrición orgánica del aguacate cv. "Hass" y efecto nutrimental y agronómico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5(3): 463-472.
- Valladares, J. D., A. R. Zárate, R. C. Cruz, G. A. Gaspar, y C. C. Mendoza. 2020. La aplicación combinada de abonos orgánicos mejora las propiedades físicas del suelo asociado al cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Scientia Agropecuaria* 11(3): 401-408. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.12>
- Van Niekerk, W., B.N. Wolstenholme, and M.A. Johnston. 1999. Mulching and potassium relationships in Hass avocados to increase yield and fruit size. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 22: 110-114.
- Vásquez, A., M. Hernández e I. Ortiz. 2021. *Agricultura orgánica en México* 2007-2019. *Investigación Científica* 15(1). <https://revistas.uaz.edu.mx/index.php/investigacioncientifica/article/view/1326/1116>
- Vásquez, K., Diaz, O., Escobedo, J., y Rodríguez, A. 2015. Estudio preliminar del efecto de diferentes volúmenes de riego sobre el crecimiento y el rendimiento del palto var. Hass, bajo condiciones salinas, Perú. *Actas proceedings VIII Congreso Mundial de la Palta* 2015. Lima, Perú. https://www.avocadosource.com/WAC8/Section_04/VasquezK2015.pdf
- Villalva, A., A. Damián-Nava, V. González-Hernández, O. Talavera-Mendoza, E. Hernández-Castro, F. Palemón-Alberto, ... y H. Sotelo-Nava. 2015. Nutrición química y orgánica en aguacate Hass en Filo de Caballos, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6(SPE11): 2169-2176. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i11.794>
- Willer, H., and J. Lernoud. 2019. *The World of Organic Agriculture. Statistics and emerging trends 2019*. Research institute of organic agriculture (FiBL) & international federation of organic agriculture movements (IFOAM). Frick (CH), Bonn (DE). Disponible <https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2019.html>. (Consultado: 10 febrero del 2022)
- Winer, L., B. Reuveni, Y. Bar, J.H. Haas, and A. Zveibil. 1995. Influence of autumn fertilization with nitrogen and phosphorus on root activity and development in avocado. In *Proceedings of The World Avocado Congress III*, Vol. 172: 180. http://www.avocadosource.com/temp/OLD%20WAC%20III/WAC3_p172.htm
- Wolstenholme, B.N. 2013. Ecology: Climate and Soils. In *the avocado, botany, production and uses*. Schafer, B., Wolstenholme, N. and Whaley, W. (eds). Oxfordshire, UK CABI. Cap.5. p.86-117.
- Wolstenholme, B.N. y A.W. Whaley. 1999. Ecofisiología del árbol de aguacate (*Persea americana* Mill.) como base para el manejo precosecha. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5: 77-88.

Zuazo, V. H. D., L. Lipan, B.C. Rodríguez, E. Sendra, D.F. Tarifa, A. Nemés, ... and I.F. García-Tejero. 2021. Impact of deficit irrigation on fruit yield and lipid profile of terraced avocado orchards. *Agronomy for Sustainable Development* 41(5): 1-16. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00731-x>